Determinación de caudales ambientales en la cuenca del río Yuna, República Dominicana

• Quyen Melina Bautista-de-los-Santos* •
Universidad Iberoamericana, República Dominicana
*Autor de correspondencia

Resumen

BAUTISTA-DE-LOS-SANTOS, Q.M. Determinación de caudales ambientales en la cuenca del río Yuna, República Dominicana. *Tecnología y Ciencias del Agua*. Vol. V, núm. 3, mayo-junio de 2014, pp. 33-40.

Se han estimado los caudales ambientales utilizando el método del análisis del Rango de Variabilidad (RVA, por sus siglas en inglés) y los Indicadores de Alteración Hidrológica (IHA), en tres puntos de la cuenca del río Yuna (Embalses de Hatillo, Rincón y Blanco), localizada en República Dominicana. Las series de caudales diarios para cada sitio de estudio fueron obtenidas mediante una combinación de generación sintética de caudales mensuales y desagregación en caudales diarios. Los treinta y tres (33) parámetros calculados en cada punto fueron utilizados para prescribir regímenes de caudales ambientales, demostrando que la aplicación del método es factible en el contexto local, pese a las dificultades encontradas en el levantamiento y procesamiento de los datos.

Palabras clave: caudales ambientales, caudales ecológicos, alteración hidrológica, Enfoque del Rango de Variabilidad, Yuna.

Abstract

BAUTISTA-DE-LOS-SANTOS, Q.M. Determination of Environmental Flows in the Yuna River Basin, Dominican Republic. Water Technology and Sciences *(in Spanish). Vol. V, No. 3, May-June, 2014, pp. 33-40.*

Environmental flows were estimated using a range of variability analysis (RVA) and hydrological alterations indicators (HAI) at three points in the Yuna River basin (Hatillo, Rincón and Blanco reservoirs), located in the Dominican Republic. The series of daily flows for each study site were obtained using a combination of synthetically generated monthly flows and disaggregated daily flows. The 33 parameters calculated for each point were used to determine environmental flow regimes, demonstrating that the application of the method is feasible at the local level, in spite of the difficulties found to survey and process the data.

***Keywords**: Environmental flows, ecological flows, hydrological alterations, variability of range approach, Yuna.*

Introducción

Los "caudales ambientales" o "caudales ecológicos" son regímenes de flujo capaces de mantener el funcionamiento, composición y estructura del ecosistema fluvial del cauce por el cual circulan en condiciones naturales (García-de-Jalón y González-de-Tánago, 1998). Una revisión global sobre el tema indicó la existencia de 207 metodologías de estimación de caudales ecológicos propuestas desde la década de 1940 (Tharme, 2003); estas metodologías han sido clasificadas y descritas por varios autores (Arthington y Zalucki, 1998; Tharme, 2003; Acreman y Dunbar, 2004). En la actualidad se favorece la aplicación de métodos que consideren la variabilidad natural de los caudales y su impacto sobre los ecosistemas, en sustitución de los métodos inicialmente propuestos, que asignan un valor fijo de caudal ambiental durante todo el año (por ejemplo, el Método Montana; Tennant, 1976, citado por Tharme, 2003), el cual prescribe el caudal ecológico como el 10% del caudal medio anual y es todavía el método utilizado en la República Dominicana). Es por esto que la presente investigación se propone realizar una estimación de caudales ambientales aplicada a la República Dominicana, utilizando métodos más abarcadores y acordes con las recomendaciones actuales. Dicha estimación

se realizará en tres sitios de la cuenca del río Yuna (5 630 km^2), la mayor cuenca del país, correspondientes a las tres obras de regulación de mayor importancia e impacto en la cuenca: los embalses de Hatillo, Rincón y Blanco, cuyas capacidades de almacenamiento son 441, 75.50 y 0.73 Mm^3, respectivamente.

Metodología

La estimación de caudales ecológicos se ha hecho aplicando el método del Enfoque del Rango de Variabilidad (RVA, por sus siglas en inglés) (Richter *et al*., 1997), la cual es una metodología fundamentada en el uso de Índices de Alteración Hidrológica (IHA, siglas en inglés) (Richter *et al*., 1996). Los IHA son 33 parámetros relevantes desde el punto de vista ecológico, divididos en cinco grupos de acuerdo con cinco características fundamentales de los regímenes hidrológicos: magnitud, sincronización, frecuencia, duración y tasa de cambio, los cuales son utilizados para prescribir caudales ecológicos. La metodología RVA ha sido ampliamente utilizada (Richter *et al*., 1998; Bragg *et al*., 1999; Black *et al*., 2002; Brunke, 2002; Baeza-Sanz y García-del-Jalón, 2004; Opperman, 2006; Limbrunner, 2010) debido a la facilidad de su aplicación y flexibilidad, comparado con los métodos de simulación de hábitats. Para la aplicación del método se han seguido los siguientes pasos indicados por Richter *et al*. (1997):

1. Generación de series de caudales diarios. Para los sitios estudiados, las series de caudales diarios encontradas en las instituciones que registran este tipo de datos estaban incompletas y no tenían la extensión requerida (20 años o más), por lo que generaron de manera sintética tres serie de 50 años de caudales diarios (una para cada uno de los sitios de estudio) utilizando la siguiente metodología:

a) Análisis de datos (estimación de las estadísticas básicas).

b) Normalización de series de caudales mensuales utilizando transformaciones; las transformaciones usadas fueron la logarítmica, gamma, Box Cox y Potencial, que fueron evaluadas utilizando la Prueba de Filliben (los coeficientes de correlación deben ser mayores que 0.987 para $n > 100$; Rodríguez, 2012) y la Prueba del Sesgo (valores entre +0.5 y -0.5 para aceptar la normalidad de los datos; Brown, 2012).

c) Ajuste de modelo ARMA(p,q) periódico univariado o PARMA(p,q) univariado a las series de caudales, utilizando el método de los mínimos cuadrados.

d) Generación estocástica de serie de caudales mensuales utilizando el PARMA(p,q) ajustado. Fueron generadas series de cincuenta años de extensión utilizando el modelo ajustado para cada uno de los sitios de estudio; el modelo PARMA (Periodic Autoregressive-Moving-Average) ha sido ampliamente utilizado en la generación de caudales estacionales y caudales periódicos (mensuales), especialmente los modelos con orden bajo (PARMA(1,0) y PARMA(1,1); (Salas *et al*., 1997).

(e) Desagregación de caudales mensuales a caudales diarios utilizando la metodología de Acharya y Ryu (2012), la cual preserva el balance de masa y las características estadísticas de la serie histórica.

La generación de caudales mensuales descrita anteriormente fue realizada utilizando el *software Stochastic Analysis, Modeling, and Simulation* (SAMS), versión 2007, desarrollado por Sveinsson *et al*., en el año 2007. La desagregación de caudales mensuales a caudales diarios fue realizada utilizando una hoja de cálculo y mediante la elaboración de macros en *Visual Basic for Applications* (VBA) para facilitar los cálculos hechos.

2. Caracterización del rango natural de variación de caudales utilizando 33 parámetros hidrológicos, conocidos como Indicadores de Alteración Hidrológica

(IHA, por sus siglas en inglés; Richter *et al*., 1996). Para la estimación de los IHA fue utilizado un *software* desarrollado por The Nature Conservancy para tales fines (The Nature Conservancy, 2011).

3. Selección de 33 rangos de variación, uno para cada IHA, que serán los objetivos del sistema de manejo. El rango de variación seleccionado para el análisis no paramétrico realizado (estadísticas en función de percentiles) fue el rango comprendido entre el percentil 25% y 75%, según las recomendaciones de Armstrong y Parker (2003).

Resultados

Los resultados del Análisis IHA para la presa de Hatillo arrojan un caudal medio mensual para el periodo 1950-1999, normalizado por el área, según se muestra en la figura 1. Se verifica un aumento en los caudales medios mensuales en los meses de mayo, y de octubre a diciembre. El periodo de estiaje se extiende desde enero hasta abril, y se verifica un periodo de recesión de caudales entre junio y julio. El rango de variabilidad de los caudales medios mensuales, estadísticas de caudales bajos anuales y otras mediciones adicionales que se utilizan en el RVA como objetivos de manejo se presentan en el cuadro 1. Para el embalse de Rincón, el caudal medio mensual para el periodo 1950-1999, normalizado por el área, se muestra en la figura 2. Se verifica un aumento en los caudales medios mensuales en los meses de mayo, y de octubre a enero. El periodo de estiaje se extiende desde febrero hasta abril, y se verifica un periodo de recesión de caudales entre junio y septiembre. El rango de variabilidad de los caudales medios mensuales, estadísticas de caudales bajos anuales, y otras mediciones adicionales que se utilizan en el RVA como objetivos de manejo se presentan en el cuadro 1. Los resultados del análisis IHA para el Embalse de Blanco arrojan un caudal medio mensual para el periodo 1950-1999, normalizado por el área, según se muestra en la figura 3. Se verifica un aumento en los caudales medios mensuales en los meses de mayo a julio, y de septiembre a noviembre. El periodo de estiaje se extiende desde diciembre hasta abril, y se verifica un periodo de recesión de caudales en los meses de julio y agosto. El rango de variabilidad de los caudales medios mensuales, estadísticas de caudales bajos anuales, y otras mediciones adicionales que se utilizan en el RVA como objetivos de manejo se presentan en el cuadro 1.

Discusión

Fase de recolección/adquisición de datos

Las series de caudales diarios disponibles del río Yuna tienen datos faltantes desde días hasta años, y datos en periodos de tiempo no coincidentes, lo que implica un mayor trabajo a la hora de adecuar dichas series para su posterior uso. Los archivos con las series de caudales son entregados en formato .txt, con una configuración no fija (numerosos saltos y espacios, en un formato no estandarizado), lo que dificulta trabajar con los mismos debido a que primero deben ser organizados.

Fase de generación de caudales diarios

En el proceso de generación de caudales se dificulta la aplicación de técnicas sencillas de extensión de caudales diarios, como la regresión lineal, debido a que las estaciones hidrométricas tienen numerosos datos faltantes y datos en periodos de tiempo no coincidentes.

La segunda mejor opción es la generación sintética de los caudales, técnica utilizada en el presente estudio para la obtención de las series de caudales diarios, pero que tiene limitaciones en la generación de caudales bajos, por lo cual, los resultados obtenidos en la estimación de los indicadores, tasa de ascenso, tasa de bajada y número de reversas, deben tomarse con precaución (Richter *et al*., 1997). La tercera técnica recomendada, que es la modelación hidrológica, requiere de numerosos datos

Cuadro 1. Rango de variabilidad de caudales, embalses de Hatillo, Rincón y Blanco. Periodo del análisis: 1950-1999 (50 años).

	Hatillo					Rincón					Blanco				
	10%	25%	50%	75%	90%	10%	25%	50%	75%	90%	10%	25%	50%	75%	90%
Parámetros Grupo 1															
Marzo	3.829	11.75	19.84	29.85	35.07	1.94	3.875	6.73	9.635	14.48	2.035	2.237	2.458	3.388	5.539
Abril	9.539	14.43	22.32	32.25	36.23	2.84	5.3	8.183	10.88	12.81	2.012	2.132	2.574	3.353	5.839
Mayo	10.11	15.87	27.2	51.16	80.91	5.282	7.178	9.58	16.78	22.9	2.311	3.114	4.071	7.57	9.743
Junio	6.725	13.93	19.04	29.31	92.5	2.912	5.978	8.755	13.43	18.02	4.483	4.716	5.29	7.362	10.56
Julio	6.065	9.567	18.03	29.59	67.3	3.175	5.9	7.535	8.858	12.43	3.559	3.964	5.052	5.927	7.463
Agosto	9.666	19.51	21.82	42.52	67.67	3.348	4.343	6.495	9.825	11.61	2.309	2.925	3.76	4.573	5.331
Septiembre	6.264	11.55	25.54	42.39	65.59	4.314	6.06	7.768	8.984	10.46	3.693	4.252	5.668	6.381	6.921
Octubre	15.56	22.75	29.71	41.84	58.02	4.545	6.295	8.49	11.05	12.67	4.492	6.045	7.061	8.285	9.99
Noviembre	7.067	24.6	43.83	61.03	77.5	3.37	6.778	9.055	11.28	17.49	6.187	6.74	7.644	10.03	12.43
Diciembre	10.83	18.26	38.16	70.57	89	1.86	4.405	14	17.43	21.54	2.508	2.999	5.656	7.204	8.131
Enero	8.749	13.95	25.58	31.81	37.65	2.143	3.155	11.71	17.44	23.44	2.37	3.652	4.928	6.202	7.284
Febrero	4.285	12.46	18.23	22.86	28.28	0.9	2.414	7.71	10.94	17.59	2.534	3.002	4.066	4.818	5.373
Parámetros Grupo 2															
1-día mínimo	2.544	2.798	4.291	6.38	7.806	0.418	0.87	1.615	2.113	3.607	1.064	1.41	1.673	1.962	2.358
3-días mínimo	2.653	2.945	4.406	7.211	10.48	0.494	0.8817	1.688	2.317	3.976	1.064	1.457	1.755	2.006	2.489
7-días mínimo	2.72	3.143	4.514	8.181	13.21	0.7216	0.935	1.834	2.595	4.656	1.064	1.484	1.792	2.122	2.632
30-días mínimo	3.898	4.621	9.249	13.42	19.9	0.9857	1.88	2.373	4.718	6.422	1.835	2.11	2.293	2.738	3.335
90-días mínimo	7.024	9.892	16.39	22.3	27.71	2.503	3.74	5.683	7.912	9.383	2.892	3.364	4.079	4.347	4.765
1-día máximo	125	193	241.8	458.1	852.5	36.56	54.91	70.75	98.86	171.2	18.96	22.59	27.24	37.09	60.29
3-días máximo	109.2	142.3	181.3	247.9	367.6	27.52	39.34	49.74	73.09	94.76	15.31	15.89	19.51	31.53	36.22
7-días máximo	72.04	106.1	127.9	179.3	230.9	22.78	28.68	38.35	52.86	68.2	12.77	13.53	14.44	19.49	21.77
30-días máximo	37.3	56.33	82.78	116.8	171.7	13.74	17.83	23.25	29.71	36.41	8.27	9.266	11.33	13.61	15.85
90-días máximo	27.82	41.66	58.07	78.48	116.1	9.969	11.47	16.83	22.03	25.98	7.04	7.369	8.419	10.73	12.11
Núm. días cero caudal	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Índice caudal base	0.07558	0.09556	0.1478	0.2172	0.3273	0.06601	0.111	0.1853	0.2322	0.3732	0.1749	0.2658	0.3189	0.381	0.4225
Parámetros Grupo 3															
Fecha de caudal mín	330.9	32	84.5	107	215.8	341	34	64	119	227.2	25.2	33	91	122	123
Fecha de caudal máx	160.9	244	305.5	350	26.2	130.1	144	335	346.5	47.9	152.6	242	270	322	323
Parámetros Grupo 4															
Conteo pulsos bajos	3	5	10	14	18	4	6	10	13	14.9	4.2	6	9	11	15.8
Duración pulsos bajo	2	3	4.75	7	11.8	2	3	5	7	10.8	2.6	3	4	6.5	9
Conteo pulsos altos	6.1	9	14	18	22.7	10	13	16	21	23	9	11	14	17	19
Duración pulsos alto	1	2	2.25	3.125	5	1	2	2	3	4	1.1	2	3	3.625	5
Parámetros Grupo 5															
Tasa de subida	2.253	3.304	4.268	5.881	7.986	0.546	0.6475	0.86	1.171	1.684	0.4159	0.4852	0.5897	0.7034	0.8057
Tasa de bajada	-4.325	-3.172	-1.949	-1.584	-1.118	-0.89	-0.7387	-0.6	-0.495	-0.4005	-0.3685	-0.3366	-0.2985	-0.2413	-0.2132
Número de reversas	118.2	127	131.5	139.3	147.9	132.1	137	143	151	156.8	112	120	126	131	135

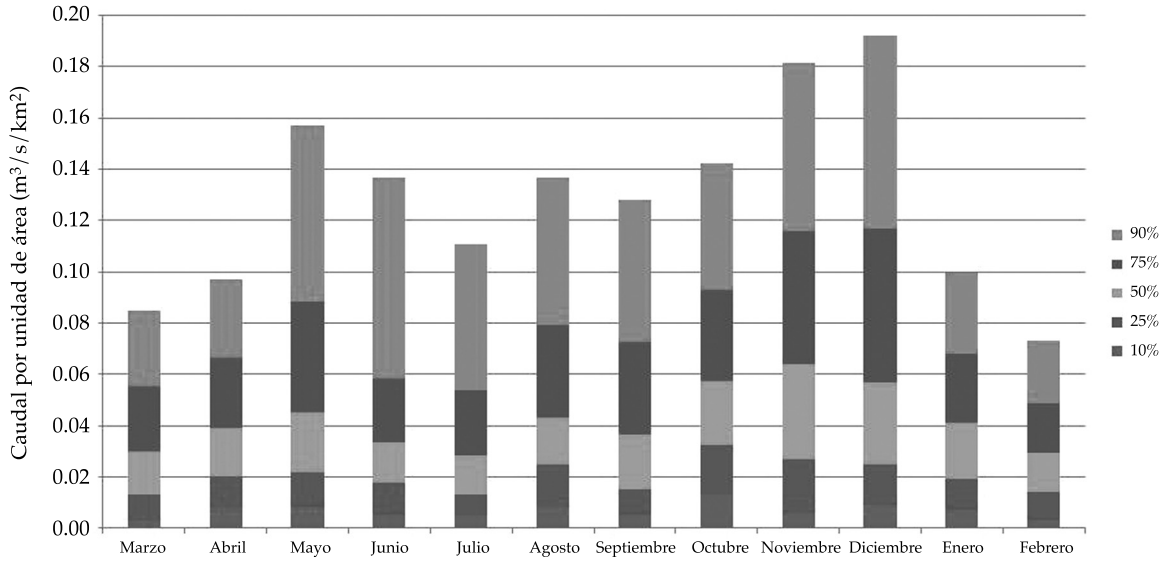

Figura 1. Distribución de caudales medios mensuales normalizados por área.
Sitio de estudio: presa de Hatillo (1950-1999) (leyenda en percentiles).

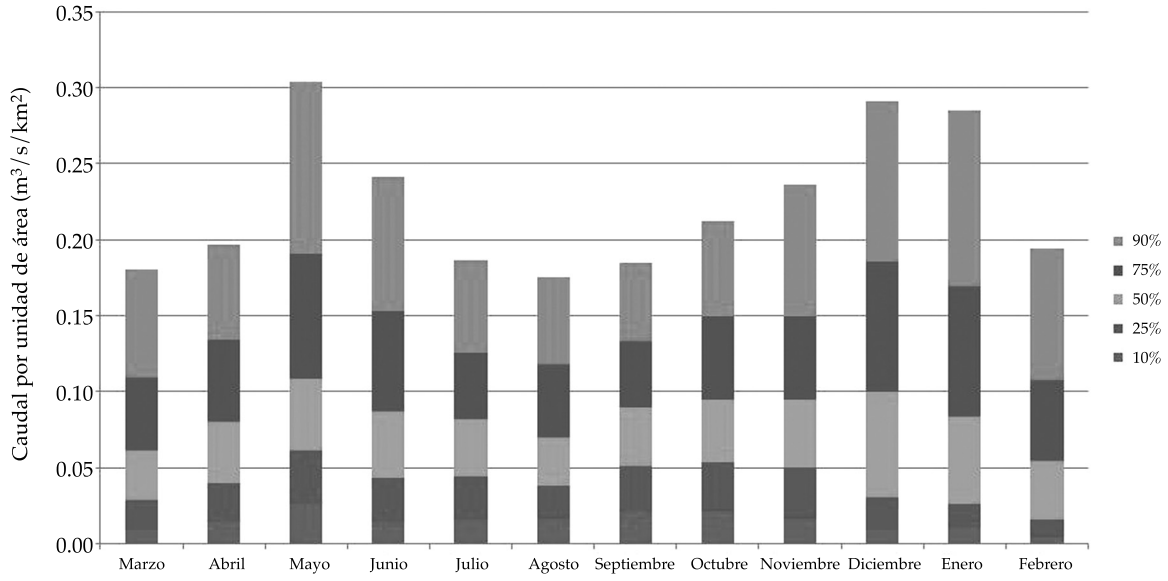

Figura 2. Distribución de caudales medios mensuales normalizados por área.
Sitio de estudio: presa de Rincón (1950-1999) (leyenda en percentiles).

para su correcta aplicación y validación de resultados, por lo que su aplicación se dificultaría mucho más en nuestro contexto. Otra opción sería generar los caudales de la época de estiaje o caudales bajos, y los caudales de la época de crecida con técnicas diferentes, para fines que se encuentren documentadas en la literatura y que generen buenas estimaciones.

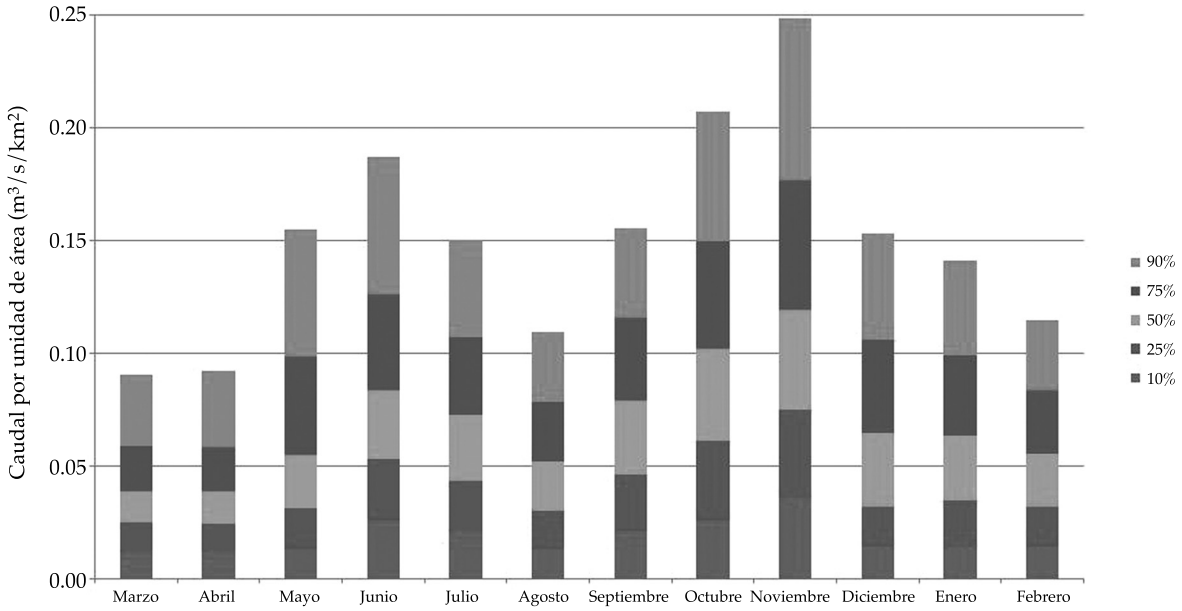

Figura 3. Distribución de caudales medios mensuales normalizados por área.
Sitio de estudio: presa de Blanco (1950-1999) (leyenda en percentiles).

Fase de generación de caudales ecológicos

El régimen de caudales ecológicos estimado con el método es sin lugar a dudas significativamente mejor que el resultado obtenido con el método que se utiliza en la actualidad en el país (el método de Montana de Tennant (1976), citado por Tharme, 2003). Una vez fijada una metodología (como lo que se ha hecho en el presente estudio), puede utilizarse para todos los estudios posteriores de estimaciones de caudales ecológicos con este método.

Operación de los embalses

Según los datos de operación suministrados por la Empresa de Generación Hidroeléctrica (EGEHID), los embalses de Hatillo y Rincón no utilizan sus desagües de fondo, salvo en contadas excepciones durante el año. Por lo que, en el caso de Hatillo, el caudal ecológico manejado está asociado con los volúmenes turbinados, que son posteriormente vertidos al río. En el caso de Rincón, al existir un contraembalse que deriva las aguas turbinadas para el riego, el caudal manejado con fines ecológicos del sistema completo (embalse+contraembalse) está determinado por las salidas del contraembalse. La hidroeléctrica de Blanco, según los datos suministrados por EGEHID, libera un caudal casi igual al caudal de entrada, por lo que la alteración hidrológica que genera sería nula. Esto se debe a que el embalse de Blanco está completamente sedimentado, por lo que ha perdido su capacidad de almacenamiento (Jiménez-Ramírez y Farías, 2012).

Conclusiones

La aplicación de la metodología RVA y los IHA para la determinación de caudales ecológicos es una opción factible en el contexto dominicano, ante la situación actual de conocimiento y aplicación limitados sobre el tema en el país. La misma es una metodología más completa y abarcadora que el método

tradicionalmente utilizado, y constituye una opción recomendada para hacer estimaciones de caudales ecológicos, pese a las limitaciones y dificultades existentes. Los resultados obtenidos en este estudio pueden ser utilizados para elaborar un programa de operación de los embalses consensuado entre las instituciones competentes, para poder armonizar los diferentes usos de los embalses, con la necesidad de proteger el hábitat aguas abajo de las obras. Este programa de operación de los embalses debe acompañarse de un programa de monitoreo ecológico, para verificar la efectividad del régimen de caudales adoptados y modificarlo en dado caso que sea necesario.

Agradecimientos

Esta investigación fue realizada gracias a los aportes económicos del Fondo de Investigación Competitiva UNIBE, 2011.

Recibido: 17/10/12
Aceptado: 12/07/13

Referencias

ACHARYA, A. and RYU, J. *Stream Flow Disaggregation for Regulated and Unregulated Waterways* [on line] 2012. World Wide Web: http://www.idahoepscor.org/Uploads/Acharya,%20Anil.pdf.

ACREMAN, M. and DUNBAR, M. Defining Environmental River Flow Requirements - A Review. *Hydrology and Earth System Sciences*. Vol. 8, No. 5, 2004, pp. 861-876.

ARMSTRONG, D.S. and PARKER, G.W. *Assessment of Habitat and Stream Flow Requirements for Habitat Protection, Usquepaug-Queen River, Rhode Island, 1999-2000* [on line]. U.S. Geological Survey Open-File Report 02-438, 2003. Fecha de acceso: 27/05/2011, 78 pp. World Wide Web: http://dodreports.com/pdf/ada441417.pdf.

ARTHINGTON, A.H. and ZALUCKI, J.M. *Comparative Evaluation of Environmental Flow Assessment Techniques: Review of Methods*. Australia: Land and Water Resources Research and Development Corporation, 1998.

BAEZA-SANZ, D. and GARCÍA-DEL-JALÓN, D. *The Natural Variability Approach. Application to Five Rivers in the Ebro Basin, Spain* [on line]. Fecha de acceso: 29/05/2011, 2004. World Wide Web: http://www2.montes.upm.es/Dptos/DptoIngForestal/Hidrobiolog%C3%ADa/Publicaciones/Flow_Variability-Baeza.pdf.

BLACK, A.R., BRAGG, O.M., DUCK, R.W., and ROWAN, J.S. Development of a Method to Assess Ecological Impact Due to Hydrological Regime Alteration of Scottish Rivers. *IAHS* Publ. No. 276, 2002, pp. 45-51.

BRAGG, O.M., BLACK, A.R., and DUCK, R.W. *Anthropogenic Impacts on the Hydrology of Rivers and Lochs: Literature Review and Proposed Methods*. Report No. W98 (50)I1. Dundee, United Kingdom: University of Dundee, 1999.

BROWN, S. *Measures of Shape: Skewness and Kurtosis* [on line]. Fecha de acceso: 7/10/2012. World Wide Web: http://www.tc3.edu/instruct/sbrown/stat/shape.htm.

BRUNKE, M. Floodplains of a Regulated Southern Alpine River (Brenno, Switzerland): Ecological Assessment and Conservation Options. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*. Vol. 12, No. 6, 2002, pp. 583-599.

GARCÍA DE JALÓN, D. y GONZÁLEZ DEL TÁNAGO, M. *El concepto de caudal ecológico y criterios para su aplicación en los ríos españoles* [on line]. Departamento de Ingeniería Forestal, Escuela de Ingenieros de Montes, Universidad Politécnica de Madrid, 1998. Fecha de acceso: 27/05/2011. World Wide Web: http://ocw.um.es/ciencias/ecologia/ejercicios-proyectos-y-casos-1/jalon-tanago-1998.pdf.

JIMÉNEZ-RAMÍREZ, H. y FARÍAS, H.D. *Problemática de la sedimentación del embalse de Valdesia, República Dominicana*. Fecha de acceso: 15/10/2012. World Wide Web: http://irh-fce.unse.edu.ar/Rios2003/TC/TC_2_5.pdf.

LIMBRUNNER, J. *IHA Applications* [on line]. 2010. Fecha de acceso: 29/05/2011. World Wide Web: http://conserveonline.org/workspaces/iha/documents/iha-apps/view.html.

OPPERMAN, J. *Indicators of Hydrologic Alteration Analysis for the Patuca River* [on line]. 2006. Fecha de acceso: 29/05/2011. World Wide Web: http://conserveonline.org/workspaces/iha/documents/opperman1106/view.html.

RICHTER, B.D., BAUMGARTNER, J.V., POWELL, J.M., and BROWN, D.P. A Method for Assessing Hydrologic Alteration within Ecosystems. *Conservation Biology*. Vol. 10, No. 4, 1996, pp. 1163-1174.

RICHTER, B.D., BAUMGARTNER, J.V., BRAUN, D.P., and POWELL, J. A Spatial Assessment of Hydrologic Alteration within a River Network. *Regulated Rivers: Research and Management*. Vol. 14, 1998, pp. 329-340.

RICHTER, B.D., BAUMGARTNER, J.V., WIGINGTON, R., and BRAUN, D.P. How Much Water does a River Need? *Freshwater Biology*. Vol. 37, 1997, pp. 231-249.

RODRÍGUEZ, G. *Generalized linear models* [on line]. Fecha de acceso: 7/10/2012. Disponible en: http://data.princeton.edu/wws509/notes/c2s9.html.

SALAS, J.D., DELLEUR, J.W., YEVJEVICH, V., and LANE, W.L. *Applied Modeling of Hydrologic Time Series*. Colorado: Water Resources Publications, 1997, 485 pp.

SVEINSSON, O.G.B., SALAS, J.D., LANE, W.L., and FREVERT, D.K. *Stochastic Analysis, Modeling, and*

Simulation (SAMS), Version 2007. User's Manual. December, 2007. Fecha de acceso: 16/10/2012. World Wide Web: http://www.engr.colostate.edu/Sams-CSU-USBR/SAMS/Resources/SAMS2007_User_Manual.pdf.

THARME, R.E. A global Perspective on Environmental Flow Assessment: Emerging Trends in the Development and Application of Environmental Flow Methodologies for Rivers. *River Research Applications*. Vol. 19, 2003, pp. 397-441.

THE NATURE CONSERVANCY. *Indicadores de alteración hidrológica, versión 7.1. Manual del usuario* [en línea]. Junio de 2011. Fecha de acceso: 16/10/2012. World Wide Web: http://www.conservationgateway.org/Files/Pages/indicadores-de-alteraci%C3%B3n.aspx.

Dirección institucional de la autora

Quyen Melina Bautista de los Santos

Universidad Iberoamericana (UNIBE)
Ave. Francia 129, Gazcue
Santo Domingo, D.N., República Dominicana
Teléfono: +1 809 6885 983, extensión 1198
q.bautista@unibe.edu.do